



DEUTSCHES
PATENTAMT

- 21 Aktenzeichen:
22 Anmeldetag:
43 Offenlegungstag:

P 32 24 485.1
30. 6. 82
27. 1. 83

DE 3224485 A 1

- 30 Unionspriorität: 22 33 31
18.07.81 JP P56-112562

- 72 Erfinder:

Yoshida, Noriyuki; Asai, Yoshimi, Nagoya, Aichi, JP

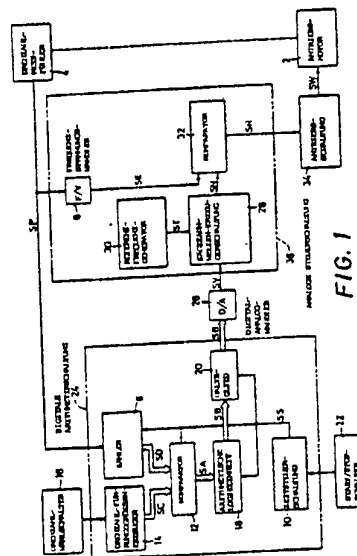
- 71 Anmelder:
Brother Kogyo K.K., Nagoya, Aichi, JP

- 74 Vertreter:
Prüfer, L., Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 8000 München

Behördenstempel

54 Motordrehzahl-Regelungssystem

Es wird ein Motordrehzahl-Regelungssystem geschaffen, das eine digitale Steuerschaltung (4, 24) zur Bildung und Abspeicherung digitaler Steuersignale in Antwort auf die tatsächliche Ist-Drehzahl des Motors (2) darstellende digitale Drehzahlabtastsignale und auf die vorgegebene Soll-Drehzahl des Motors (2) darstellende Führungssignale sowie eine analoge Steuerschaltung (36) zur Steuerung der Leistungsverorgung des Motors (2) in Übereinstimmung mit den digitalen Steuersignalen entsprechenden analogen Steuersignalen und mit die erfaßte tatsächliche Ist-Drehzahl des Motors (2) darstellenden analogen Drehzahlabtastsignalen aufweist. Die digitale Steuerschaltung (4, 24) erhält die digitalen Drehzahlabtastsignale und Führungssignale und erzeugt in einem vorbestimmten Zyklus das digitale Steuersignal, das auf der Basis einer Differenz zwischen der erfaßten Ist-Drehzahl und der vorgegebenen Soll-Drehzahl ohne Beeinflussung durch die Umgebungsbedingungen des Systems und durch Drift der Steuerelemente der Schaltung im Betrieb erstellt wird. Die analoge Steuerschaltung (36) regelt die Leistungsverorgung des Motors (2) in schneller Antwort auf Differenzen oder Abweichungen der Ist-Drehzahl des Motors (2) von der gewünschten Soll-Drehzahl während des vorbestimmten Zyklus. Die digitale (4, 24) und die analoge (36) Steuerschaltung wirken zusammen zur Regelung der Drehzahl des Motors (2) mit einem hohen Grad an Genauigkeit und Reaktionsvermögen. (32 24 485)



DE 3224485 A 1

30.05.82

3224485

PRÜFER

PATENTANWALT DIPL.-PHYS. LUTZ H. PRÜFER · D-8000 MÜNCHEN 90

BN 1-2485
P/K/hu

Brother Kogyo Kabushiki Kaisha, Nagoya-shi, Japan

Motordrehzahl-Regelungssystem

PATENTANSPRÜCHE

1. Motordrehzahl-Regelungssystem zur Regelung des Antriebsstromes zu einem Antriebsmotor (2) über ein Halbleiterelement (34) gemäß dem Betrag eines digitalen Steuersignales, das von einer digitalen Steuerschaltung (4, 24) aufgrund einer in einem vorbestimmten Zeitintervall erfaßten Differenz zwischen einer vorbestimmten Drehzahl und einer tatsächlichen Ist-Drehzahl des Motors (2) erstellt wird, dadurch gekennzeichnet, daß das System einen Wandler (26), der ein dem digitalen Steuersignal entsprechendes analoges Steuersignal erzeugt, sowie eine
5 analoge Steuerschaltung (36) mit einer Einrichtung (8) zum ständigen Erfassen der momentanen Ist-Drehzahl des Motors aufweist, und daß die analoge Steuerschaltung (36) in Antwort auf das analoge Steuersignal und ein analoges Drehzahlabtastsignal, das die
10

von der Einrichtung (8) erfaßte Drehzahl darstellt, ein Antriebs-Steuersignal erzeugt und das Antriebs-Steuersignal dem Halbleiterelement (34) zuführt.

2. Motordrehzahl-Regelungssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
- 5 zeichnet,
- daß die analoge Steuerschaltung (36) eine Sägezahnwellen-Erzeugerschaltung (28), die in wiederholter Weise ein Sägezahnwellensignal bei einem Zeitintervall erzeugt, das im wesentlichen kürzer ist als das vorbestimmte Zeitintervall, und einen Komparator
- 10 (32) aufweist, der gemäß dem Ergebnis des Vergleiches des analogen Drehzahl-Abtastsignales und des Sägezahnwellen-Signales das Antriebs-Steuersignal dem Halbleiterelement (34) zuführt, und
- daß die Sägezahnwellen-Erzeugerschaltung (28) so ausgebildet ist, daß sie die Steigung des Sägezahnwellen-Signales gemäß des
- 15 Betrages des analogen Steuersignales verändert.

Motordrehzahl-Regelungssystem

BESCHREIBUNG

Die Erfindung betrifft ein Motordrehzahl-Regelungssystem gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 1. Insbesondere betrifft die Erfindung derartige Systeme mit einem hohen Grad an Reaktionsvermögen und Regelgenauigkeit.

- 5 Es sind verschiedene Motordrehzahl-Regelungssysteme bekannt und erhältlich, bei denen eine vorbeschriebene oder vorgegebene Motordrehzahl mit einer abgetasteten Motordrehzahl verglichen wird und die Leistungsversorgung des Motors derart gesteuert wird, daß die Differenz zwischen der tatsächlichen und der vor-
10 gegebenen Drehzahl zu Null wird.

Derartige Motordrehzahl-Regelungssysteme sind dadurch gekennzeichnet, daß die dem Motor zuzuführende Leistung in Antwort auf Veränderungen der an den Motor angelegten Last mittels einer Vorrichtung zum Rückführen der erfaßten tatsächlichen Mo-
15 tordrehzahl reguliert wird, um so die Motordrehzahl bei der vorgegebenen oder gewünschten Soll-Drehzahl konstant zu halten. Derartige bekannte Systeme weisen jedoch mögliche Probleme oder Nachteile auf, wie im folgenden beschrieben wird.

Wenn derartige Regelsysteme beispielsweise aus einer Analog-

- schaltung bestehen, erfordern die einzelnen Systeme verschiedene, zur Anpassung an ihre Unterschiede bei der Drehzahllast des Motors, dem Motordrehzahlabtaster, spezifischen Schaltungs-konstanten usw. geeignete Einstellungen. Ein weiteres Problem
- 5 bei bekannten Analogsystemen zur Anwendung bei der Drehzahlregelung ist, daß die geregelte Drehzahl des Motors durch Umgebungsbedingungen wie beispielsweise Temperatur und Feuchtigkeit beeinflußt wird und einer Drift der Schaltungselemente im Betrieb unterliegt.
- 10 Wenn andererseits das Drehzahl-Regelungssystem aus einer digitalen Schaltung besteht, ist es frei von den oben angegebenen Problemen, ist jedoch in seiner Drehzahl-Erfassungszeit (Abtastzeit), die durch eine Auflösung eines Detektors bestimmt ist, der zum Erfassen der Motordrehzahl verwendet wird, und
- 15 ebenfalls in der zum Verarbeiten der zugehörigen digitalen Signale erforderlichen Zeit beschränkt. Daher weist ein derartiges digitales Regelungssystem eine erhebliche Schwierigkeit bei der Drehzahlregelung bei Frequenzen über der Hör- bzw. Tonfrequenz auf, selbst wenn die Regelzykluszeit einschließlich der
- 20 oben angegebenen Zeiten auf ihre kürzestmögliche Länge reduziert wird, wodurch die bekannten digitalen Regelungssysteme bekannter Weise ein schlechteres Reaktionsvermögen als die analogen Regelungssysteme aufweisen.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, ein Motordrehzahl-Regelungs-

25 system der eingangs erwähnten Art anzugeben, das zur Erzielung einheitlicher Regeleigenschaften keine Einstellarbeiten nach der Montage erfordert, das eine einheitliche und stabile Regelcharakteristik aufweist, die nicht durch Umgebungsbedingungen und Drift der Schaltungselemente im Betrieb beeinträchtigt

30 bzw. beeinflußt wird, und einen hohen Grad an Reaktionsvermögen aufweist.

Diese Aufgabe wird durch ein Motordrehzahl-Regelungssystem der

eingangs erwähnten Art gelöst, das gemäß der Erfindung gekennzeichnet ist durch den kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1.

Wie oben erwähnt bestehen die Vorteile des erfindungsgemäßen Drehzahl-Regelungssystemes vornehmlich darin, daß die Erfassung
5 einer tatsächlichen momentanen Ist-Motordrehzahl und die Berechnung einer Differenz zwischen der Ist- und der vorgegebenen Drehzahl von einer digitalen Steuerschaltung durchgeführt wird, die naturgemäß keine umständliche Einstellung des Systems nach der Montage erfordert und vollständig frei vom Problem einer
10 geringen Regelgenauigkeit aufgrund ungünstiger Veränderungen der Motordrehzahl im Betrieb ist. Zusätzlich bietet das vorliegende Drehzahl-Regelungssystem ein enorm hohes Reaktionsvermögen, d.h., die elektrische Leistungsversorgung des Motors wird mittels einer analogen Steuerschaltung schnell an verän-
15 derliche, an den Motor angelegte Lasten angepaßt, unabhängig von den von der digitalen Steuerschaltung benötigten Zeitspannen zum Erfassen der momentanen Ist-Motordrehzahl und zum Verarbeiten der digitalen Signale.

Weitere Merkmale und Zweckmäßigkeiten der Erfindung ergeben
20 sich aus der Beschreibung eines Ausführungsbeispiels im Zusammenhang mit den Figuren. Von den Figuren zeigen:

Fig. 1 ein schematisches Blockschaltbild des Aufbaues eines Motordrehzahl-Regelungssystemes gemäß einer Ausführungsform der Erfindung;

25 Fig. 2 ein schematisches Schaltbild eines wesentlichen Teiles des in Fig. 1 gezeigten Systemes; und

Fig. 3 ein Diagramm mit der Darstellung von Wellenformen von Signalen an verschiedenen Punkten des Systemes von Fig. 1 zur Beschreibung von dessen Betriebsweise.

30 In Fig. 1 bezeichnet das Bezugszeichen 2 einen Gleichstrom-An-

triebsmotor einer Nähmaschine, mit dessen Ausgangswelle ein als Impulserzeuger ausgebildeter Drehzahlmeßfühler 4 wirkungsmäßig verbunden ist, der Impulssignale SP mit einer der abgetasteten Drehzahl des Antriebsmotors 2 proportionalen Frequenz erzeugt. Die Impulssignale SP werden einem Zähler 6 und einem Frequenz-spannungswandler 8 zugeführt. Der Drehzahlmeßfühler 4 weist in üblicher Weise eine umlaufende Scheibe auf, die sich mit der Ausgangswelle des Antriebsmotors 2 dreht und eine Mehrzahl von Schlitzen oder Zähnen aufweist, die von einem optoelektronischen Koppler (ein optisch koppelndes Gerät) oder einem elektromagnetischen Geber erfaßt werden, und zwar werden bei Erfassung der Schlitze oder Zähne die oben angegebenen Impulssignale SP vom Meßfühler bzw. Geber 4 erzeugt.

Der Zähler 6 dient als Zählvorrichtung, die die in einer vorbestimmten Zeitspanne empfangenen Impulssignale SP zählt, und zwar in Antwort auf ihr von einer Zeitsteuerschaltung 10 in einem vorbestimmten Zeitintervall oder Zyklus zugeführte Zeitsteuer- bzw. Taktsignale SS. Der Zähler 6 leitet einem Komparator 12 digitale Drehzahlabtastsignale SD zu, die die Zählung darstellende Kodesignale sind. Genauer gesagt geben die Taktsignale SS dem Zähler 6 die Anweisungen zur Einstellung des Abtastzyklusses (etwa 10 Millisekunden) und der Abtastzeit (etwa 2 Millisekunden) des Impulssignales SP, und das digitale Drehzahlabtastsignal SD stellt die Zahl der dem Zähler 6 in der eingestellten Abtastzeit zugeführten Impulssignale SP, in anderen Worten die momentane Ist-Drehzahl des Antriebsmotors 2, dar. In dieser Weise bilden der Drehzahlmeßfühler 4 und der Zähler 6 in Kombination eine erste Erfassungsvorrichtung, die die momentane Drehzahl des Antriebsmotors 2 bei einem vorbestimmten Zeitintervall oder in einem vorbestimmten Zyklus erfaßt und das digitale Drehzahlabtastsignal SD erzeugt.

Mit dem Komparator 12 ist ein Drehzahl-Führungsgrößenerzeuger

14 verbunden, in dem eine Mehrzahl von Kodesignalen SC, d.h. digitalen Drehzahl-Führungsgrößensignalen SC gespeichert sind, die die gewünschten Drehzahlen des Antriebsmotors 2 darstellen, welche von der Bedienungsperson mit einem Drehzahlwählschalter 16 wählbar
5 sind. Das für die gewählte Drehzahl repräsentative digitale Drehzahl-Führungssignal SC wird also dem Komparator 12 bei Betätigung des Schalters 16 zugeführt.

In Übereinstimmung mit den Taktsignalen SS vergleicht der Komparator 12 die ihm zugeleiteten Signale, das digitale Drehzahlabtastsignal SD und das digitale Drehzahl-Führungssignal SC, nach
10 jedem Ablauf der voreingestellten Abtastzeit und erzeugt ein Drehzahlabweichungssignal SA, das die Differenz zwischen der erfaßten tatsächlichen Ist-Drehzahl und der vorgeschriebenen Soll-Drehzahl angibt, die jeweils durch die Signale SD bzw. SC dargestellt
15 gestellt werden. Das erzeugte Drehzahlabweichungssignal SA wird einer arithmetischen Logikeinheit 18 zugeführt.

Die arithmetische Logikeinheit 18, die ebenso wie der Komparator 12 in Übereinstimmung mit dem Taktsignal SS arbeitet, multipliziert einen Wert des Drehzahlabweichungssignales SA mit einer
20 vorbestimmten Konstante K und addiert das erhaltene Produkt zu einer gespeicherten Steuergröße R_n , die ein Multiplikationsprodukt vom vorhergehenden Abtastintervall (Regelzyklus) darstellt. Damit wird von der arithmetischen Logikeinheit 18 eine neue Steuergröße R_{n+1} , die die Summe von R_n und dem neu erhaltenen
25 Produkt darstellt, errechnet und in ihr abgespeichert und gleichzeitig einem Halteglied 20 in der Form eines digitalen Steuersignales SB zugeführt. Der Komparator 12 und die arithmetische Logikeinheit 18 bilden also zusammen eine Arithmetikvorrichtung, die auf der Basis des digitalen Drehzahl-Führungssignales SC, das die gewählte Drehzahl des Antriebsmotors 2
30 darstellt, und des digitalen Drehzahlabtastsignales SD, das die abgetastete tatsächliche Ist-Drehzahl desselben darstellt, das digitale Steuersignal SB durch Lösung der folgenden Gleichung (1) bildet:

$$R_{n+1} = (P_c - P_d) K + R_n \dots\dots\dots (1)$$

wobei P_c die vom digitalen Drehzahl-Führungssignal SC darge-
stellte gewählte Soll-Drehzahl des Antriebsmotors 2, P_d die
vom digitalen Drehzahlabtastsignal SD dargestellte tatsächli-
5 che Ist-Drehzahl des Antriebsmotors 2 und $(P_c - P_d)$ die vom
Drehzahlabweichungssignal SA dargestellte Differenz der beiden
Geschwindigkeiten darstellt. Die Arbeitsweise zur Lösung der
obigen Gleichung (1) ist so ausgebildet, daß sie innerhalb der
im Abtastintervall oder Zyklus verbleibenden Zeitspanne (etwa
10 8 Millisekunden) durchgeführt werden kann.

Das Halteglied 20, das ebenfalls in Übereinstimmung mit dem
Taktsignal SS arbeitet, hält das von der Arithmetikvorrichtung
errechnete digitale Steuersignal SB für eine Zeitspanne des
nächsten Abtastintervalles und leitet gleichzeitig das Signal
15 SB zu einem Digital-Analogwandler 26, während das Signal SB im
Halteglied 20 gehalten wird. Mit anderen Worten dient das Hal-
teglied 20 als Signalhaltevorrichtung, die das digitale Steuer-
signal SB speichert und deren Speicherinhalt beim vorbestimm-
ten Abtastintervall aktualisiert wird. Es wird hier angemerkt,
20 daß die Zeitsteuerschaltung 10 derart ausgebildet ist, daß das
Taktsignal SS von ihr so erzeugt wird, daß die Freigabe des
digitalen Steuersignales SB zum Halten im und Weiterleiten vom
Halteglied 20 immer dann erfolgt, wenn ein Start/Stop-Schalter
22 von der Bedienungsperson in seine Start-Stellung gesetzt
25 wird.

Der oben beschriebene Zähler 6, Drehzahl-Führungsgrößenerzeuger
14, Komparator 12, die arithmetische Logikeinheit 18, das Halte-
glied 20 und die Zeitsteuerschaltung 10 bilden zusammen eine
digitale Arithmetikschialtung 24, die zur Verarbeitung digita-
30 ler Signale in der Lage ist und teilweise oder ganz durch
einen sogenannten "Mikrocomputer" ersetzt werden kann. Diese
digitale Arithmetikschialtung 24 und der Drehgeschwindigkeits-

Meßfühler 4 wird gemäß der vorliegenden Ausführungsform der Erfindung als digitale Regelschaltung verwendet.

Der Digital-Analogwandler 26, ein Gerät zur Umwandlung von digitalen Eingangssignalen in Analogsignale, führt einer Sägezahnwellen-Erzeugerschaltung 28 analoge Steuersignale SV zu, deren Spannungswerte umgekehrt proportional der durch das digitale Steuersignal SB dargestellten Steuergröße sind.

Mit der Sägezahnwellen-Erzeugerschaltung 28 ist ein Referenz-Frequenzgeber 30 gekoppelt, der Referenz-Frequenzsignale ST mit einer Frequenz, die höher ist als die Ton- oder Hörfrequenz (etwa 20 kHz in dieser Ausführungsform), der Erzeugerschaltung 28 zuführt.

Die Sägezahnwellen-Erzeugerschaltung 28 erzeugt in wiederholter aufeinanderfolgender Weise ein Sägezahnwellen-Signal SN, dessen Wellenform durch eine vom analogen Steuersignal SV bestimmte Steigung und einer vom Referenz-Frequenzsignal ST bestimmten Periode charakterisiert ist. Dieses Sägezahnwellen-Signal SN wird einem Komparator 32 zugeführt.

Der oben erwähnte Frequenz-Spannungswandler 8 wandelt das Impulssignal SP in ein analoges Drehzahlabtastspannungssignal SE, das die tatsächliche Ist-Drehzahl des Antriebsmotors 2 darstellt, und leitet dieses Spannungssignal SE zum Komparator 32. Damit wirkt der Frequenz-Spannungswandler 8 als eine zweite Abtastvorrichtung, die ständig die tatsächliche Ist-Drehzahl des Antriebsmotors 2 erfaßt.

Der Komparator 32 vergleicht das Sägezahnwellen-Signal SN mit dem analogen Drehzahlabtastsignal SE und liefert ein Antriebs-Steuersignal SR zur Antriebsschaltung 34. Es liegen solange Impulse dieses Ausgangssignales SR des Komparators 32 vor, wie der Wert des Sägezahnwellen-Signales SN größer ist als der des

analogen Drehzahlabtastspannungssignales SE. Die Antriebsschaltung 34 enthält einen Leistungstransistor, d.h. ein Halbleiter-
Steuerelement, das solange leitend ist, wie das Signal SR
vorliegt, d.h. während eines der Impulsbreite entsprechenden
5 Zeitintervalles, und leitet damit zum Antriebsmotor 2 ein
elektrisches Leistungssignal SW, das derart zerhackt ist, daß
dem Motor 2 Leistung im Verhältnis der Impulsbreite zum Inter-
vall zwischen aufeinanderfolgenden Impulsen des Signales SR
(dieses Verhältnis wird im allgemeinen als Einschalt- bzw.
10 Tastverhältnis oder -grad bezeichnet) zugeführt wird. Zusammen-
fassend wird der Antriebsstrom zum Antriebsmotor 2 durch die
Antriebsschaltung 34 gesteuert.

Damit bilden der Frequenz-Spannungswandler 8, der Referenz-
Frequenzerzeuger 30, die Sägezahnwellen-Erzeugerschaltung 28
15 und der Komparator 32 zusammen eine analoge Steuerschaltung
36, die die Leitung der Antriebsschaltung 34 in Antwort auf
das analoge Steuersignal SV und das analoge Drehzahlabtast-
signal SE steuert.

Die Sägezahnwellen-Erzeugerschaltung 28 und der Komparator
20 32 können beispielsweise als die in Fig. 2 gezeigte Schaltung
ausgebildet sein, wobei PNP-Transistoren 38 und 40 vorgesehen
sind, deren Emitter mit einer Spannungsquelle Vcc über Wider-
stände 42 bzw. 44 verbunden sind und deren Basis jeweils über
einen Emitter und einen Kollektor eines PNP-Transistors 46
25 geerdet ist. Eine Ausgangsklemme des Digital-Analogwandlers 26
ist mit einem Kollektor des Transistors 38 und einer Basis des
Transistors 46 verbunden und ein Kollektor des Transistors 40
ist über einen Kondensator 48 geerdet und über eine Diode 50,
deren Strombegrenzungsrichtung gegen den Ausgang des Referenz-
30 Frequenz-Generators 30 gerichtet ist, mit einer Ausgangsklemme
des Referenz-Frequenz-Generators 30 verbunden. Bei dieser An-
ordnung ist der Basisstrom der Transistoren 40 und 46 in Über-
einstimmung mit der Größe des der Basis des Transistors 46 vom
Digital-Analogwandler 26 zugeleiteten analogen Steuersignales

SV bestimmt, wobei der Kondensator 48 über den Widerstand 44 und den Transistor 40 mit einem Strom, der umgekehrt proportional einem Spannungspegel des analogen Steuersignales SV ist, geladen wird und über die Diode 50 jedesmal, wenn der Spannungs-
 5 pegel des Referenz-Frequenzsignales ST Null wird, entladen wird. Daraus folgt, daß die Ladespannung des Kondensators 48 in einer in Fig. 3 gezeigten Sägezahnwellenform schwankt, die einen Spannungsanstieg als lineare Rampe mit einem der Größe des analogen Steuersignales SV umgekehrt proportionalen Stei-
 10 gungswinkel und eine dem Referenz-Frequenzsignal ST entsprechende Breite aufweist. Diese Ladespannung wird dem Komparator 32 als Sägezahnwellen-Signal SN zugeführt.

Der Komparator 32 weist einen Operationsverstärker 52 auf, dessen Ausgang mit der Spannungsquelle Vcc über einen Wider-
 15 stand 54 verbunden ist. Der Operationsverstärker 52 erzeugt das Antriebs-Steuersignal SR zur Freigabe der Aktivierung der Antriebsschaltung 34, wenn der Wert des an eine positive (+) Eingangsklemme des Verstärkers angelegten Sägezahnwellen-Signales SN größer ist als der des an eine negative (-) Eingangsklemme
 20 desselben angelegten analogen Drehzahlabtastsignales SE.

Im folgenden wird die Betriebsweise der gezeigten Ausführungsform des Drehzahlregelsystems beschrieben.

Wenn der Start/Stop-Schalter 22 bei eingeschaltetem Netzschalter in die Start-Stellung gesetzt wird, wird die dem Antriebs-
 25 motor 2 zugeführte Leistung derart geregelt, daß die von dem Drehzahlabweichungssignal SA dargestellte Drehzahldifferenz oder -abweichung Null wird, wobei der Antriebsmotor 2 mit einer gewählten, durch das digitale Drehzahl-Führungssignal SC dargestellten gewünschten Drehzahl betrieben wird. Genauer gesagt
 30 ist bei Betätigung des Start/Stop-Schalters 22 die von dem digitalen Drehzahl-Führungssignal SC dargestellte vorgegebene oder gewählte Drehzahl Pc wesentlich größer als die von dem di-

gitalen Drehzahlabtastsignal SD dargestellte tatsächliche Ist-Drehzahl des Antriebsmotors 2 und folglich wird das eine große Steuergröße R_{n+1} darstellende digitale Steuersignal SB dem Digital-Analogwandler 26 jedesmal zugeführt, wenn der vorbestimmte Abtastzyklus wiederholt wird. Der Digital-Analogwandler 26 liefert also der Sägezahnwellen-Erzeugerschaltung 28 das analoge Steuersignal SV mit einem niedrigen Spannungspegel, der umgekehrt proportional dem an den Eingang des Wandlers 26 angelegten digitalen Steuersignales SB ist. Als Folge davon erzeugt die Sägezahnwellen-Erzeugerschaltung 28 ein Sägezahnwellen-Signal SN mit einem steilen Anstieg der Spannungsrampe, wie durch die strichpunktierte Linie mit zwei Punkten in Fig. 3 angegeben, und dieses Signal SN wird dem Komparator 32 zugeführt.

Mittlerweile erhält der Komparator 32 das analoge Drehzahlabtastsignal SE mit niedrigem Spannungspegel (in Fig. 3 strichliert gezeigt), das die tatsächliche Ist-Drehzahl des Antriebsmotors 2 darstellt. Daher ist die Breite der Sägezahnwellenform SN beim Spannungspegel des analogen Drehzahlabtastsignales SE groß (der Anteil des Bereiches der Pulsbreite, bei dem der Betrag des Signales SN größer ist als der Betrag des Signales SE, ist groß), und folglich wird vom Komparator 32 das Antriebssteuersignal SR mit einer entsprechend großen Impulsbreite (angedeutet durch die mit zwei Punkten strichpunktierte Linie in Fig. 3) erzeugt und der Antriebsschaltung 34 zugeführt. Die Antriebsschaltung führt also dem Antriebsmotor 2 das elektrische Leistungssignal SW mit hohem Tast- oder Einschaltgrad zu und verursacht damit einen schnellen Anstieg der Drehzahl des Motors 2.

Während die Drehzahl des Antriebsmotors 2 ansteigt, wird die vom Drehzahlabweichungssignal SA dargestellte Drehzahldifferenz geringer und der Anstieg der Sägezahnwellenform SN wird weniger steil, und gleichzeitig wird der Spannungspegel des analogen Drehzahlabtastsignales SE höher, wodurch die Breite der Sägezahnwellenform SN beim Spannungspegel des Signales SE klei-

ner und der Einschaltgrad des elektrischen Leistungssignales SW zum Antriebsmotor 2 geringer wird. Wenn die vom Abweichungssignal SA dargestellte Drehzahldifferenz Null wird, wird die Drehzahl des Antriebsmotors 2 bei der gewählten oder vorgegebenen Soll-Drehzahl konstant gehalten, die vom digitalen Drehzahl-Führungssignal SC dargestellt wird. Dieser Zustand des Systems ist durch die jeweils mit durchgezogenen Linien in Fig. 3 dargestellten Wellenformen des Sägezahnwellen-Signales SN, des analogen Drehzahlabtastsignales SE und des Antriebssteuersignales SR gezeigt.

Es soll hier grundsätzlich festgestellt werden, daß Bauteile von Motordrehzahl-Regelungssystemen, insbesondere Bauteile zur Verarbeitung von analogen Signalen im Vergleich mit solchen zur Verarbeitung von digitalen Signalen, ihnen eigene Schwächen oder Probleme mit wechselnden bzw. nicht zusammenpassenden Eigenschaften zwischen den einzelnen Systemen und/oder eine Drift in den Eigenschaften jedes Systemes während des Betriebes aufweisen. Diese Probleme bei der Herstellung von Drehzahl-Regelungssystemen unter Verwendung derartiger Bauteile erforderten nach der Montage umständliche Einstellverfahren zum Einstellen der Pegel der Spannungen für die Drehzahlvorgabe und -erfassung, um die tatsächliche Ist-Drehzahl bei der vorgegebenen oder gewünschten Drehzahl zu halten. Selbst bei Anwendung derartiger Einstellverfahren ergibt sich jedoch die mögliche Schwierigkeit oder Schwäche, daß die Drehzahl des Motors von der Soll-Drehzahl im Laufe des Betriebes abweicht. Daher litten bekannte Systeme unter niedriger Drehzahlregelgenauigkeit.

Beim Drehzahlregelsystem nach der vorliegenden Ausführung treten jedoch wegen der Verwendung von digitalen Signalen zum Erfassen der Ist-Drehzahl des Antriebsmotors 2 und zum Errechnen des Betrages der Abweichung der erfaßten Ist-Drehzahl von der vorgegebenen Soll-Drehzahl keine der oben beschriebenen Probleme auf.

Nimmt man beispielsweise an, daß der Spannungspegel des vom Frequenz-Spannungswandler 8 erzeugten analogen Drehzahlabtast-signalen SE relativ zum Sägezahnwellensignal SN aufgrund von Veränderungen oder Drift der analogen Steuerschaltung 36 auf

5 einen durch die gestrichelte Linie in Fig. 3 gezeigten Pegel gefallen ist, dann wird die Impulsbreite des Antriebssteuersig-nales SR vergrößert, wie durch die gestrichelte Linie in Fig. 3 gezeigt, und demgemäß die Drehzahl des Antriebsmotors 2 erhöht. Der Anstieg der Ist-Drehzahl des Motors 2 wird vom Meßfühler 4

10 erfaßt, der eine erhöhte Zahl von Impulssignalen SP erzeugt. Die vom digitalen Drehzahlabtastsignal SD dargestellte Ist-Drehzahl Pd übersteigt die vom digitalen Drehzahl-Führungssig-nal SC vorgegebene Drehzahl Pc, wobei die Drehzahldifferenz ($P_c - P_d$) dem Betrag nach negativ wird. Als Folge davon wird

15 von der arithmetischen Logikeinheit 18 das digitale Steuersig-nal SB mit einem kleinen Betrag erzeugt und dem Digital-Analog-wandler 26 über das Halteglied 20 zugeleitet. Daher nimmt die Wellenform des von der Schaltung 28 dem Komparator 32 zuge-führten Sägezahnwellen-Signalen SN einen verringerten Stei-

20 gungswinkel an, wie durch die gestrichelte Linie in Fig. 3 ge-zeigt ist und die Wellenform des Antriebssteuersignalen SR wird verändert, so daß sie eine verringerte Impulsbreite aufweist, wie in Fig. 3 durch die durchgezogene Linie gezeigt. Auf die-se Weise wird die Drehzahl des Antriebsmotors 2 verändert, bis

25 die vom Drehzahlabweichungssignal SA dargestellte Drehzahlab-weichung Null wird, d.h., der Motor 2 wird derart geregelt, daß seine Drehzahl bei der von dem digitalen Drehzahl-Führungs-signal SC dargestellten gewählten oder vorgegebenen Soll-Dreh-zahl selbst in dem Fall konstant gehalten wird, daß das analoge

30 Drehzahlabtastsignal SE beispielsweise durch Drift in der Cha-rakteristik des Frequenz-Spannungswandlers 8 nachteilig verän-dert oder beeinflußt wird.

Nimmt man im Gegensatz zum obigen Fall an, daß das analoge Drehzahlabtastsignal SE vom Frequenz-Spannungswandler 8 derart

35 beeinflußt ist, daß es aufgrund der Drift des Wandlers 8 einen

- irrtümlichen Anstieg des Spannungspegels aufweist, dann wird der Steigungswinkel der Wellenform des Sägezahnwellen-Signales SN erhöht, um die vom Drehzahlabweichungssignal SA dargestellte Drehzahldifferenz oder -abweichung auf Null zu verringern, und
- 5 die Wellenform des Antriebssteuersignales SR wird verändert, wie von der durchgezogenen Linie in Fig. 3 gezeigt, wodurch die Drehzahl des Antriebsmotors 2 so geregelt wird, daß sie mit der durch das digitale Drehzahl-Führungssignal SC dargestellten gewählten Soll-Drehzahl übereinstimmt. In ähnlicher Weise ver-
- 10 ursacht jeder irrtümliche Betrieb aufgrund von Veränderungen oder Drift der neben dem Frequenz-Spannungswandler 8 übrigen Bauteile zur Verarbeitung von Analogsignalen, z.B. des Digital-Analogwandlers 26, der Sägezahnwellen-Erzeugerschaltung 28 und des Komparators 32, eine Veränderung des Steigungswinkels des
- 15 Sägezahnwellen-Signales SN derart, daß die vom Drehzahlabweichungssignal SA dargestellte Drehzahldifferenz Null wird, d.h., die Leistungsversorgung des Antriebsmotors 2 wird vom elektrischen Leistungssignal SW derart geregelt, daß der Motor bei der vorgegebenen Drehzahl betrieben wird.
- 20 Wenn die Drehzahl des Antriebsmotors 2 durch plötzliche Veränderungen der an den Motor angelegten Last beeinflusst wird, ist es wünschenswert, daß das dem Motor 2 zugeführte elektrische Leistungssignal SW unverzüglich auf derartige Lastveränderungen reagiert, um den Antriebsmotor 2 auf die vom digitalen Drehzahl-
- 25 Führungssignal SC dargestellte vorgegebene Drehzahl zurückzubringen und dann auf derselben zu halten. Bei einem Drehzahl-Regelsystem unter Verwendung üblicher digitaler Schaltungen ergaben sich jedoch Beschränkungen bei der zum Erfassen der Motordrehzahl aufgewendeten Zeit (Abtastzeit) und der Zeit zur
- 30 Verarbeitung der zugehörigen digitalen Signale. Diese Zeitbeschränkungen waren ein Grund für das ungenügende Reaktionsvermögen eines derartigen Systems, d.h., das System erfordert eine vergleichsweise lange Zeitspanne vom Auftreten einer Lastvariation des Motors bis zur Einstellung der Leistungsversorgung
- 35 Motors in Antwort auf die Lastveränderung. Wenn die Abtastzeit

und die Verarbeitungszeit der digitalen Signale beispielsweise 2 bzw. 8 Millisekunden betragen, d.h., wenn der Abtastzyklus 10 Millisekunden erfordert (wenn das Zeitintervall zwischen nachfolgenden Regelzyklen 10 Millisekunden beträgt), dann können
5 mindestens 10 Millisekunden erforderlich sein, bevor dem einer Lastveränderung unterworfenen Motor ein an eine derartige Lastveränderung angepaßtes Leistungsversorgungssignal zugeführt wird.

Bei dem vorliegenden erfindungsgemäßen Drehzahl-Regelsystem wird
10 eine Veränderung der Drehzahl des Antriebsmotors 2 aufgrund einer plötzlichen Veränderung der an ihn angelegten Last durch den Drehgeschwindigkeits-Meßfühler 4 erfaßt, und beim Erfassen einer derartigen Veränderung wird das vom Meßfühler 4 erzeugte Impulssignal SP unverzüglich vom Frequenz-Spannungswandler 8
15 in das analoge Drehzahlabtastsignal SE umgewandelt. Dieses analoge Signal SE, das die aufgrund der Lastveränderung veränderte Drehzahl darstellt, wird im Komparator 32 mit dem Sägezahnwellen-Signal SN verglichen und das an die Lastveränderung angepaßte Antriebssteuersignal SR wird sofort der Antriebsschaltung 34 zugeführt, wodurch der Antriebsmotor 2 zur vorgegebenen Soll-Drehzahl zurückgeführt wird. Nimmt man beispielsweise an, daß die Drehzahl des Antriebsmotors 2 aufgrund einer plötzlichen Lastveränderung abgesunken ist, dann fällt der Spannungspegel des analogen Drehzahlabtastsignales SE auf den durch die
25 gestrichelte Linie in Fig. 3 gezeigten Pegel und die Impulsbreite des vom Komparator 32 erzeugten Antriebssteuersignales SR wird erhöht, wie von der gestrichelten Linie derselben Figur gezeigt. Als Folge davon wird die dem Antriebsmotor 2 zugeführte Leistung sofort erhöht, wodurch der Antriebsmotor 2 in die Lage versetzt
30 wird, in kurzer Zeit zu seiner ursprünglich gewählten Soll-Drehzahl zurückzukehren. Zusammenfassend ist das Drehzahl-Regelsystem gemäß dieser Erfindung in der Lage, außerordentlich schnell auf Veränderungen der an den Antriebsmotor 2 angelegten Last zu reagieren, unabhängig vom Abtastzyklus des Zählers 6.

Wie oben beschrieben, ist die vorliegende Ausführungsform eines Drehzahl-Regelsystems gemäß der Erfindung dadurch gekennzeichnet, daß das Erfassen der tatsächlichen Ist-Drehzahl des Antriebsmotors 2 und die Berechnung einer Drehzahldifferenz der Ist-Drehzahl von einer vorgegebenen Drehzahl von einer digitalen
5 Regelanordnung durchgeführt wird, die aus dem Drehgeschwindigkeits-Meßfühler 4 und der digitalen Arithmetikschaltung 24 besteht. Dieses Kennzeichen des Regelsystems eliminiert das übliche Erfordernis der umständlichen Einstellung des Systems nach der Montage und das Problem von geringer Regelgenauigkeit bei
10 ungünstigen Veränderungen der Drehzahl des Antriebsmotors 2 während des Betriebes. Zusätzlich besitzt das vorliegende Regelsystem ein enorm hohes Reaktionsvermögen, d.h., das elektrische Leistungssignal SW zur Leistungsversorgung des Motors 2 kann
15 mittels der analogen Steuerschaltung 36 schnell an veränderliche an den Motor angelegte Lasten angepaßt werden, und zwar ohne Berücksichtigung der für das Erfassen der tatsächlichen Ist-Drehzahl des Motors und zur Verarbeitung der im Regelsystem verwendeten digitalen Signale erforderlichen Zeit.

20 Die Erfindung wurde mit Bezug auf die Figuren in ihrer bevorzugten Ausführungsform beschrieben. Sie kann jedoch auch in anderer Form verwirklicht werden. So kann beispielsweise das erfindungsgemäße Regelsystem, das insbesondere wie in obigem Ausführungsbeispiel zur Regelung eines Gleichstrom-Antriebsmotors einer Nähmaschine verwendbar ist, auf die Drehzahlregelung
25 von in anderen Instrumenten oder Maschinen eingebauten Motoren angewendet werden. Derartige, vom vorliegenden Regelsystem zu regelnde Motoren können entweder Gleichstrommotoren, die mit einem ständig über einen Leistungstransistor geregelten Netzteil versorgt werden, oder Universalmotoren sein, die über
30 Halbleiterelemente zur Regelung der Leistungsversorgung, wie beispielsweise einen Thyristor und einen Triac (halbleitender Trioden-Wechselstromschalter), betrieben werden.

Als weiteres Beispiel kann der Frequenz-Spannungswandler 8, der

in der vorhergehenden Ausführungsform als Abtastvorrichtung zur Wandlung des Impulssignales SP in das analoge Drehzahlabtastsignal SE dient, durch einen Tachogenerator ersetzt werden, der wirkungsmäßig mit der Ausgangswelle des Antriebsmotors

5 2 zur Erzeugung von Spannungssignalen verbunden ist, die den erfaßten Drehzahlen der Ausgangswelle entsprechen.

3224485

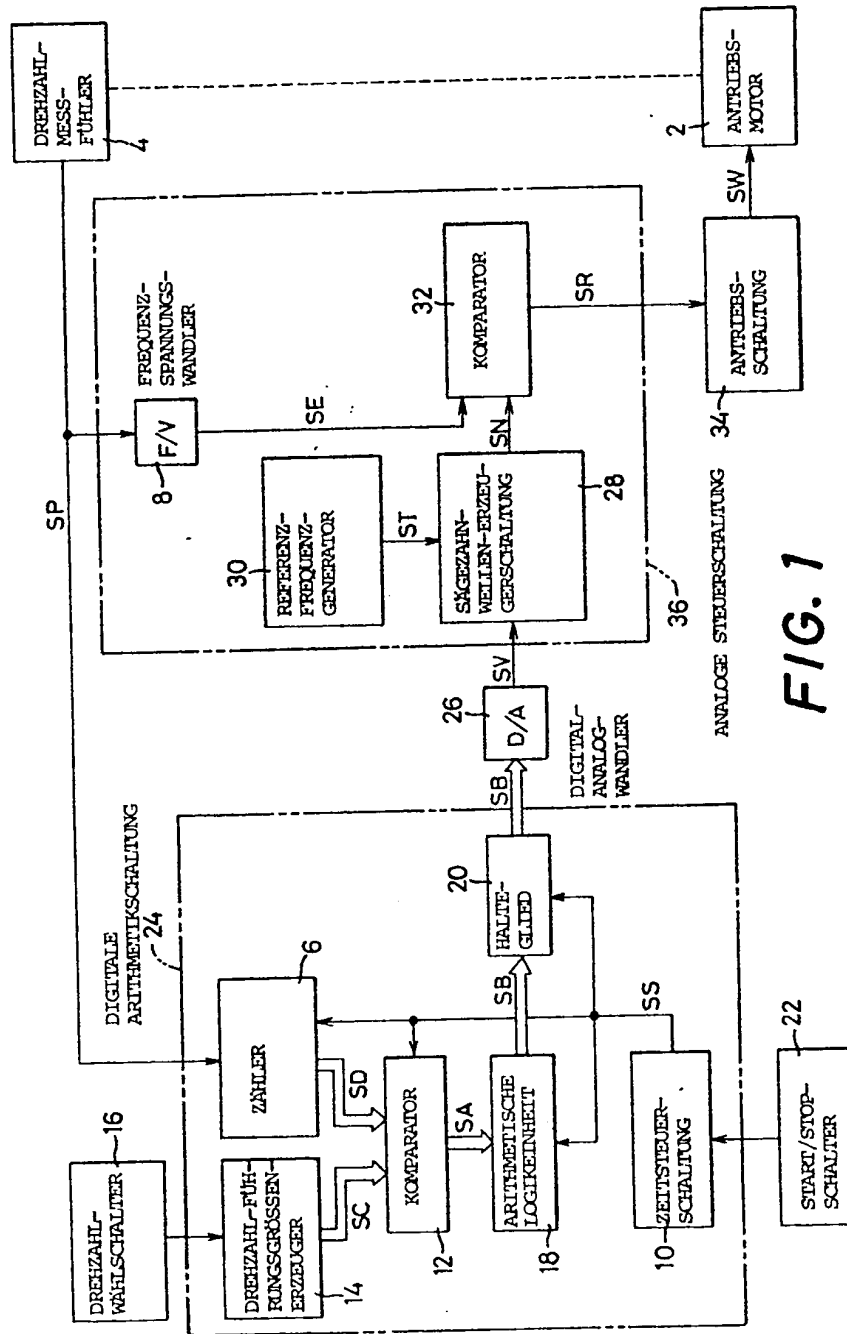


FIG. 1

FIG. 2

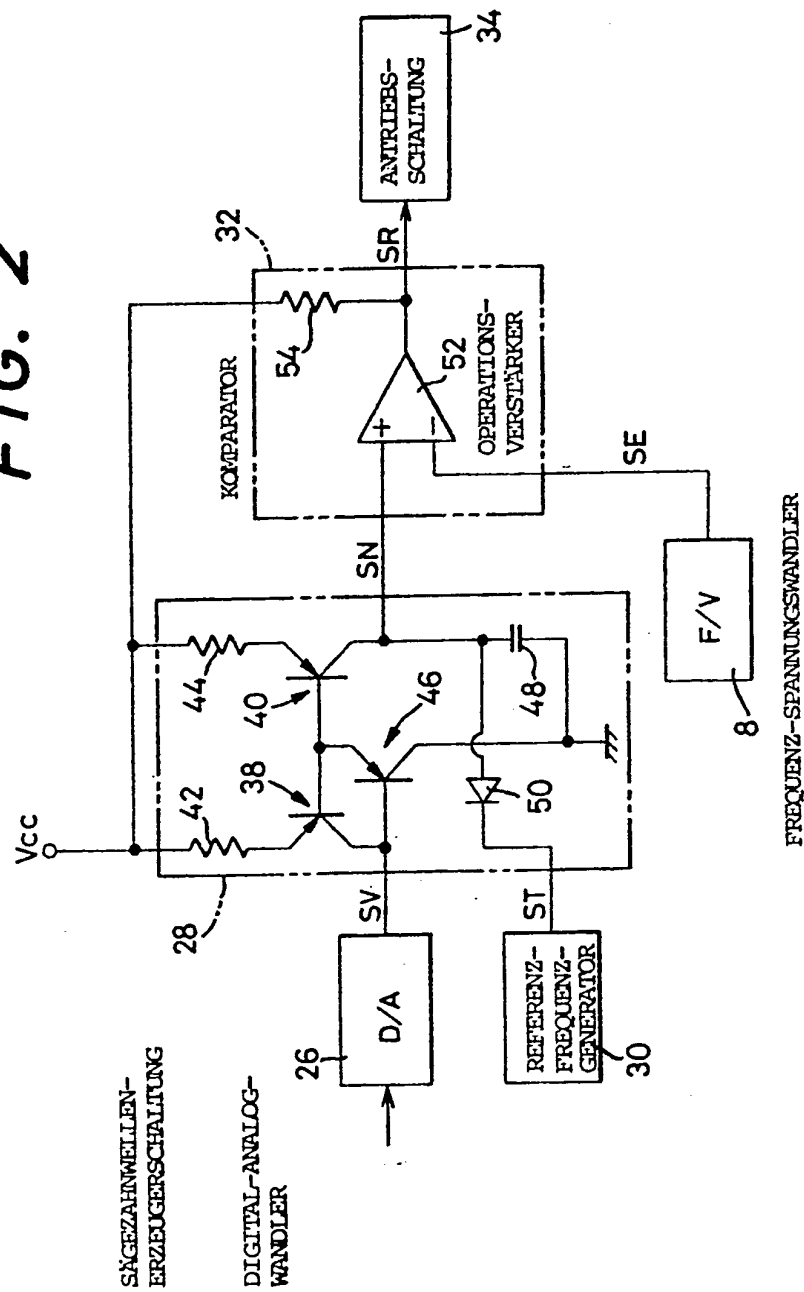


FIG. 3

